



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **94402617.8**

(51) Int. Cl.⁶ : **F02P 17/12**

(22) Date de dépôt : **17.11.94**

(30) Priorité : **22.11.93 FR 9313944**

(43) Date de publication de la demande :
24.05.95 Bulletin 95/21

(84) Etats contractants désignés :
DE ES FR GB IT

(71) Demandeur : **MAGNETI MARELLI FRANCE**
19, rue Lavoisier
F-92000 Nanterre (FR)

(72) Inventeur : **Boucly, Bernard**
78, rue de Glatigny
F-78150 Le Chesnay (FR)

(74) Mandataire : **Bérogin, Francis et al**
Cabinet Plasseraud
84, rue d'Amsterdam
F-75440 Paris Cedex 09 (FR)

(54) **Procédé et dispositif d'allumage à bobine avec des décharges additionnelles pour diagnostics.**

(57) Le procédé et le dispositif d'allumage électronique de l'invention assurent, entre deux durées de charge du primaire (13), le passage d'un courant de mesure dans le primaire (13) pendant au moins une durée de diagnostic définie par le calculateur (16). La vitesse d'accroissement du courant dans le primaire (13) est déterminée et discriminée par rapport à un seuil pour déduire une information de présence et/ou de qualité d'étincelle à la bougie (10) reliée au secondaire (12) de la bobine d'allumage (11). Le courant primaire est mesuré aux bornes d'un shunt (15), et les mesures transmises au détecteur (18) à comparateur, délivrant des signaux de présence d'étincelle au calculateur (16), qui commande le commutateur (14) par un amplificateur (17) d'interface. Application au diagnostic de l'allumage des moteurs à combustion interne à allumage commandé.

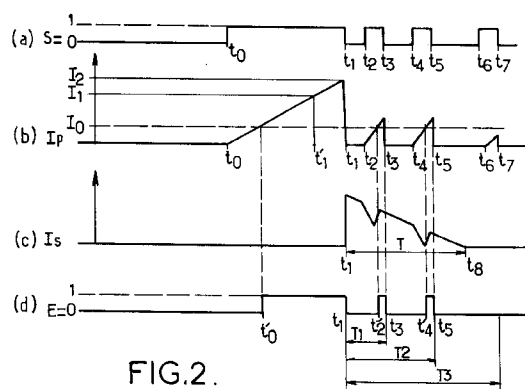


FIG.2.

L'invention a pour objet un procédé et un dispositif d'allumage électronique, pour moteur à combustion interne à allumage commandé, dans chaque cylindre du moteur, par au moins une bougie en série avec un secondaire d'une bobine d'allumage, dont le primaire est alimenté en courant électrique à partir d'une source électrique, telle que la batterie d'un véhicule équipé du moteur, par un commutateur placé dans un circuit de charge du primaire, et lui-même commandé par une unité de calcul et de commande, comprenant avantageusement un microcontrôleur.

L'invention a plus précisément pour objet un procédé et un dispositif du type mentionné ci-dessus, permettant d'effectuer un diagnostic de l'allumage du moteur, grâce à l'unité de calcul et de commande, ou calculateur, qui gère la fonction allumage ainsi, éventuellement, que la fonction injection, lorsque le moteur est équipé d'une installation d'alimentation en combustible par injection, l'unité de calcul et de commande étant alors un calculateur dit "de contrôle moteur".

Le procédé et le dispositif selon l'invention sont destinés à être mis en oeuvre non seulement à bord des véhicules, mais également sur les appareils de contrôle et de diagnostic en station service.

Le diagnostic d'allumage consiste à donner des informations qualitatives relatives aux étincelles produites par les bougies dans les chambres de combustion du moteur. Ces informations doivent permettre de déterminer s'il y a absence ou présence d'étincelle, et, dans ce dernier cas, si l'étincelle est correcte.

De nombreux procédés et dispositifs ont déjà été proposés pour fournir un tel diagnostic, qui est obtenu soit en mesurant le courant traversant la bougie, à l'aide d'un shunt, soit en effectuant une analyse de la tension aux bornes du primaire de la bobine d'allumage, pendant l'étincelle réelle ou présumée.

Un dispositif d'allumage, avec diagnostic d'allumage du second type mentionné ci-dessus, a été proposé par la demanderesse dans la demande de brevet européen EP 559 540: il comprend, d'une part, des moyens de mesure du courant de charge, destinés à fournir, sur une sortie, un signal en réponse aux dépassements d'une valeur déterminée, inférieure au courant nécessaire pour créer la tension d'allumage au secondaire de la bobine par coupure du courant primaire, et, d'autre part, des moyens de transposition de la tension primaire, pour former l'image de la tension secondaire et fournir, sur ladite sortie, un signal lorsque la tension secondaire devient inférieure à un seuil déterminé indiquant la fin de l'étincelle à la bougie. Ces moyens de transposition comprennent, en série entre la borne du primaire non reliée à la source et la masse, la jonction émetteur-collecteur d'un transistor et des résistances de collecteur et d'émetteur, de façon que la tension aux bornes d'une des résistances soit représentative de la différence entre la tension aux bornes du primaire et la tension

de source.

Un premier inconvénient d'un tel dispositif est qu'il ne permet pas, de façon simple, de discriminer des étincelles de différents cylindres, à haut régime, en raison d'une superposition entre les transpositions des tensions secondaires et les charges primaires. Par exemple, dans un moteur à quatre temps à quatre cylindres en ligne, la charge du primaire de la bobine du cylindre n° 3 peut commencer alors que l'étincelle à la bougie du cylindre n° 1 n'est pas terminée.

Pour remédier à cet inconvénient, il est nécessaire de dupliquer certains composants du circuit, et/ou de prévoir une diode entre le primaire de chaque bobine et des moyens de transposition qui peuvent être communs à deux cylindres, sinon à tous les cylindres.

Un autre inconvénient est qu'un tel dispositif est coûteux à réaliser, car les résistances et diodes qu'il comporte sont des composants à haute tension, et occupent une surface relativement importante sur des circuits imprimés utilisés.

Le but de l'invention est de remédier aux inconvénients du dispositif précité connu par EP 0 559 540, et de proposer un procédé et un dispositif permettant un contrôle de la qualité de l'allumage en détectant si l'étincelle est d'une durée ni trop courte ni trop longue, et si l'étincelle est d'une qualité suffisante pendant une durée suffisante.

Un autre but de l'invention est de proposer un procédé et un dispositif permettant en outre de surveiller l'usure de la bougie, ou, plus généralement, la dégradation du circuit secondaire qui la comporte en série avec le secondaire de la bobine et un fil résistif d'antiparasitage, par exemple intégré à la bougie.

Un autre but encore de l'invention est de proposer un procédé permettant une mise en oeuvre par un dispositif dont de nombreux composants peuvent être communs à tous les cylindres du moteur, et donc en unique exemplaire dans un dispositif de réalisation plus économique et moins encombrant.

Un autre but enfin est de proposer un procédé de diagnostic d'allumage compatible également avec le calcul et la commande du temps de charge du primaire, de la manière déjà connue, notamment par le document EP 559 540 précité, le procédé selon l'invention pouvant être mis en oeuvre par un dispositif qui n'est structurellement que peu différent des dispositifs connus pour effectuer ce calcul et cette commande du temps de charge du primaire.

L'idée à la base de l'invention est qu'une image de la qualité de l'étincelle à la bougie est donnée par l'impédance dynamique de cette bougie pendant l'étincelle, et que l'observation de l'intensité d'un courant que l'on fait circuler dans le primaire de la bobine, pendant l'étincelle, permet d'en analyser la vitesse d'accroissement pendant au moins une durée de diagnostic, cette vitesse d'accroissement de l'intensité du courant primaire dépendant en particulier de l'im-

pédance dynamique de la bougie pendant l'étincelle.

En résumé, selon l'invention, la qualité de l'étincelle est déterminée à partir de la mesure de la vitesse d'accroissement de l'intensité du courant circulant dans le primaire de la bobine pendant au moins une durée de diagnostic déterminée pendant la durée de l'étincelle présumée.

A cet effet, l'invention propose un procédé d'allumage électronique du type présenté ci-dessus et comprenant l'étape consistant à commander cycliquement la charge du primaire pendant des durées de charge définies et à des instants définis par l'unité de calcul et de commande, de sorte que la coupure de la charge, à la fin de chaque durée de charge, est destinée à provoquer une étincelle à la bougie, et se caractérise en ce qu'il comprend de plus les étapes consistant :

- entre deux durées de charge successives, à commander le passage d'un courant de mesure dans le primaire pendant au moins une durée de diagnostic et à un instant définis par l'unité de calcul et de commande,
- à déterminer une vitesse d'accroissement de l'intensité du courant dans le primaire pendant au moins une durée de diagnostic,
- à discriminer les vitesses d'accroissement élevées des vitesses d'accroissement faibles, et
- à en déduire une information sur la présence et/ou la qualité d'une étincelle à la bougie, après la fin de la durée de charge antérieure.

La discrimination des vitesses d'accroissement de l'intensité du courant dans le primaire pendant chaque durée de diagnostic peut être assurée par comparaison avec au moins un seuil correspondant, pour délivrer un signal de présence d'étincelle en cas de dépassement de ce seuil correspondant, mais, dans une variante de mise en oeuvre particulièrement simple, on mesure l'intensité du courant dans le primaire pendant au moins chaque durée de diagnostic, et on discrimine les vitesses d'accroissement en comparant l'intensité maximum mesurée à la fin de la durée de diagnostic correspondante à un seuil d'intensité correspondant, pour délivrer un signal de présence d'étincelle si l'intensité maximum mesurée est supérieure au seuil d'intensité.

Avantageusement, le procédé consiste à commander au moins deux durées de diagnostic successives entre deux durées de charge successives, et à en déduire, d'une part, la présence d'une étincelle si au moins un signal de présence est délivré dans un premier intervalle de temps prédéterminé, suivant la fin de la durée de charge antérieure, et se terminant au plus tôt en même temps que la première durée de diagnostic, et, d'autre part, une durée minimale d'une étincelle de qualité suffisante en fonction du nombre de signaux de présence délivrés.

En outre, le procédé peut consister de plus à déduire que l'étincelle est trop courte si un second si-

gnal de présence n'est pas délivré dans un second intervalle de temps prédéterminé, supérieur au premier intervalle de temps, suivant également la fin de la durée de charge antérieure, et se terminant au plus tôt en même temps que la seconde durée du diagnostic.

Dans un exemple préféré de réalisation, le procédé consiste à commander également une troisième durée de diagnostic entre deux durées de charge successives, et à en déduire que la bougie est en court-circuit si un troisième signal de présence est délivré avant la fin d'un troisième intervalle de temps prédéterminé, suivant également la fin de la durée de charge antérieure, supérieur au premier et, le cas échéant, au second intervalle de temps prédéterminé, et se terminant au plus tôt en même temps que la troisième durée de diagnostic.

Afin de surveiller l'usure de la bougie et du circuit secondaire qui la comporte en série avec le secondaire, le procédé peut consister de plus à mesurer l'intensité maximum du courant dans le primaire pendant au moins une durée de diagnostic de même rang après des durées de charge successives, à comparer les mesures entre elles et/ou à au moins un seuil d'intensité maximum, et à en déduire au moins un signal témoignant de la dégradation du circuit secondaire.

L'invention a également pour objet un dispositif d'allumage électronique, du type précité, comprenant de plus des moyens de mesure du courant dans le primaire, montés en série dans le circuit de charge entre le commutateur et la masse, et relié à des moyens de détection, eux-mêmes reliés à l'unité de calcul et de commande, comme connu par EP 559 540, et qui se caractérise en ce que :

- l'unité de calcul et de commande comprend des moyens générateurs d'un signal de commande du commutateur pour le passage du courant dans le primaire pendant au moins une durée de diagnostic et à au moins un instant définis par ladite unité, entre deux durées de charge successives du primaire, et
- les moyens de détection comprennent des moyens discriminant les vitesses d'accroissement de l'intensité du courant dans le primaire et délivrant un signal à ladite unité de calcul et de commande lorsque l'intensité mesurée du courant dans le primaire est supérieure à un seuil, au moins pendant les durées de diagnostic.

Selon un mode de réalisation simple et économique, le commutateur est commandé, depuis une sortie de commande de l'unité de calcul et de commande, par l'intermédiaire d'un amplificateur d'interface, les moyens de mesure du courant dans le primaire comprennent un shunt en série avec le commutateur, entre ce dernier et la masse, et les moyens de détection comprennent au moins un premier et un second comparateur, recevant chacun le signal du shunt sur une entrée et le comparant respectivement à un pre-

mier et à un second seuil d'intensité, reçu sur une autre entrée du comparateur correspondant, la sortie de chaque comparateur étant reliée à une entrée de diagnostic de l'unité de calcul et de commande, le second seuil d'intensité étant supérieur au premier, mais inférieur au courant nécessaire pour créer une tension d'allumage par coupure du primaire, pour le calcul par ladite unité des durées de charge du primaire.

Avantageusement, pour permettre la surveillance du circuit secondaire, l'unité de calcul et de commande comprend une seconde entrée de diagnostic, reliée au shunt, et transmettant la mesure de l'intensité du courant à un convertisseur analogique/numérique, lui-même relié à des moyens de mémorisation et comparaison des valeurs maximum d'intensité, mesurées pendant les durées de diagnostic, entre elles et/ou à un seuil d'intensité maximum, et des moyens délivrant un signal de dégradation du circuit secondaire.

Selon une réalisation économique, le dispositif d'allumage comprend des moyens de mesure du courant dans le primaire, des moyens de détection, une unité de calcul et de commande, et, éventuellement, un amplificateur d'interface, qui sont communs à tous les cylindres du moteur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention découleront de la description donnée ci-dessous, à titre non limitatif, d'un exemple de réalisation décrit en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma fonctionnel de principe d'un dispositif selon un mode particulier de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 montre les courbes représentatives de la variation, en fonction du temps t , du signal de commande délivré au commutateur, du courant I_p dans le primaire de la bobine, du courant I_s dans le secondaire de la bobine, et du signal de diagnostic transmis à l'unité de calcul et de commande ;
- la figure 3 montre une constitution possible du dispositif de la figure 1 ;
- les figures 4 et 5 montrent les variations en fonction du temps des courants I_p et I_s selon des courbes plus représentatives et à plus grande échelle que celles de la figure 2 ;
- la figure 6 représente, à plus grande échelle, quatre courbes représentatives du courant de mesure pendant une durée de diagnostic pour quatre valeurs différentes de la résistance du circuit secondaire, et
- la figure 7 représente les quatre courbes correspondantes d'évolution du courant I_s .

Le dispositif, dont la constitution de principe est représentée sur la figure 1, est destiné à l'allumage d'une chambre de combustion de moteur à combustion interne, équipée d'au moins une bougie 10, placée en série avec le secondaire 12 d'une bobine d'al-

lumage 11. Le primaire 13 de la bobine 11 est relié à une source d'alimentation (batterie du véhicule en général), de tension V_{bat} . Du côté opposé respectivement à la source V_{bat} et à la bougie 10, le primaire 13 et le secondaire 12 ont une borne commune reliée au collecteur d'un transistor bipolaire 14 de type NPN, dont l'émetteur est relié à la masse par l'intermédiaire d'une résistance de shunt 15. Le shunt 15 est ainsi en série dans le circuit de charge du primaire 13 à partir de la source V_{bat} , entre la masse et le transistor d'allumage 14, servant d'interrupteur ou de commutateur de coupure, pouvant basculer de l'état bloqué à l'état saturé et inversement, pour commander le courant primaire I_p , qui parcourt le primaire 13 lorsque le transistor 14 est conducteur à l'état saturé.

Ce commutateur 14 est commandé à la fermeture et à l'ouverture à partir d'une unité de calcul et de commande 16, par l'intermédiaire d'un amplificateur 17 servant d'interface entre la base du transistor 14 et l'unité 16, qui est un calculateur de contrôle moteur, du type microcontrôleur, comportant au moins un microprocesseur, et ayant au moins une sortie S donnant l'information de commande à l'amplificateur 17.

Le shunt 15 sert à mesurer le courant primaire I_p , et fournit à ses bornes une tension représentative de ce courant. Cette information issue du shunt 15, et relative à l'intensité du courant primaire I_p , est traitée, sous forme analogique ou sous forme logique ou numérique, par un détecteur à seuil 18 relié à au moins une entrée E du calculateur 16, permettant de recevoir une information de diagnostic sur la présence et la qualité d'une étincelle produite entre les deux électrodes de la bougie 10 et générée par le secondaire 12 de la bobine d'allumage 11 par la coupure de la charge du primaire 13.

La figure 1 représente le dispositif pour une seule bougie 10 dans un seul cylindre, afin de ne pas surcharger la figure, mais les moyens de mesure du courant primaire constitués par le shunt 15, l'unité de calcul et de commande 16, l'amplificateur d'interface 17 et les moyens de détection constitués du détecteur à seuil 18 sont communs à toutes les bougies 10 de tous les cylindres, auxquelles ils sont reliés par des diodes de sélection (non représentées) de manière connue, et sont donc prévus chacun en unique exemplaire dans le circuit.

Le fonctionnement du dispositif selon le procédé de l'invention est décrit ci-dessous en référence aux quatre courbes (a) à (d) de la figure 2 pour une seule bougie 10. La courbe (a) représente un chronogramme du signal de commande du commutateur 14 appliqué à la sortie S de l'unité 16. Les courbes (b) et (c) représentent respectivement l'intensité du courant primaire I_p et du courant secondaire I_s en fonction du temps, et la courbe (d) représente le signal appliqué par le détecteur 18 sur l'entrée E de l'unité 16. Sur sa sortie S, l'unité 16 applique cycliquement un signal de sortie de l'instant t_0 de fermeture du commutateur 14

jusqu'à l'instant t_1 de coupure. Pendant la durée de charge du primaire 13, entre ces instants t_0 et t_1 , le courant primaire I_p croît progressivement comme représenté sur la courbe (b). En environ $1 \mu s$ après l'instant de coupure t_1 , I_p s'annule à partir de sa valeur maximum de l'ordre de 6 A, suffisante pour que sa coupure donne la tension d'amorçage requise aux bornes de la bougie 10, et le courant secondaire I_s prend très rapidement sa valeur maximum de l'ordre de 60 mA, comme montré sur la courbe (c). A partir de cette valeur maximum, I_s diminue progressivement, alors que I_p est nul.

Entre t_1 et le début de la durée de charge (t_1-t_0) suivante, l'unité 16 applique sur sa sortie S une commande de fermeture du commutateur 14 pendant trois durées de diagnostic successives, de préférence de même valeur, et espacées dans le temps, t_3-t_2 , t_5-t_4 et t_7-t_6 . Le courant primaire I_p croît progressivement à partir du début t_2 , t_4 ou t_6 de chaque durée de diagnostic pour s'annuler rapidement à la coupure en t_3 , t_5 ou t_7 à la fin de chaque durée de diagnostic, comme montré sur la courbe (b). Au cours de l'étincelle, pendant laquelle le courant secondaire I_s diminue progressivement comme montré sur la courbe (c), jusqu'à s'annuler en t_8 , de sorte que la durée de l'étincelle $T = t_8-t_1$ soit de l'ordre de 1,5 ms, dans des conditions normales d'allumage, il correspond à chaque impulsion d'un signe choisi positif de courant primaire I_p une impulsion d'un signe choisi négatif de courant secondaire I_s , qui n'est pratiquement plus sensible en dehors de la durée d'étincelle T . Pendant cette durée d'étincelle T , au cours de laquelle l'étincelle est normalement présente, après l'instant t_1 (à la fin de la durée de charge t_1-t_0 , d'environ 3 ms, au cours de laquelle le courant de charge circule dans le primaire 13), l'impédance Z de la bougie 10 est faible (de l'ordre de 20 à 100 k Ω). Après l'étincelle (après t_8), l'impédance Z est élevée (supérieure à 1 M Ω).

En théorie, et pendant une étincelle normale, la vitesse τ d'accroissement du courant primaire I_p , est exprimée par la formule (1) suivante :

$$(1) \quad \tau = \frac{I_{\max} \times Z}{\eta^2 \times L_F}$$

où, $I_{\max}$ est le courant maximum de saturation du primaire 13 (de l'ordre de 24 A, pour une tension usuelle de batterie de 13 V),

Z est l'impédance de la bougie 10 (de l'ordre de 20 k Ω),

η est le rapport de transformation entre le secondaire 12 et le primaire 13 (de l'ordre de 100),

L_F est la self de fuite de l'ensemble primaire 13 et secondaire 12 (de l'ordre de 1 mH).

Par contre, en l'absence d'étincelle, cette vitesse d'accroissement du courant primaire I_p , qui correspond à la pente de la courbe de I_p en fonction du temps t , est donnée par la formule (2) :

$$(2) \quad \tau' = \frac{V_{\text{bat}}}{L_p}$$

où, V_{bat} est la tension de la batterie (de l'ordre de 13 V), et L_p est la self inductance (de l'ordre de 6 mH).

Au cours des durées de diagnostic t_3-t_2 , t_5-t_4 et t_7-t_6 , et pendant une étincelle normale, la vitesse d'accroissement de I_p est de l'ordre de 50 A/ms, alors qu'en l'absence d'étincelle, cette vitesse d'accroissement τ' est de l'ordre de 2 A/ms.

Cette vitesse d'accroissement de I_p correspond aux gradients de vitesse au cours des durées de diagnostic, qui sont calibrées à une valeur constante de l'ordre de 20 μs par exemple. Cette vitesse d'accroissement de I_p peut donc être exprimée par le rapport de l'intensité maximum de ce courant à la fin t_3 , t_5 ou t_7 de chaque durée de diagnostic sur ladite durée de diagnostic, ou plus simplement encore, par les valeurs de l'intensité maximum.

Les gradients forts (50 A/ms) sont discriminés des gradients faibles (2 A/ms) par le détecteur 18, comprenant par exemple un comparateur à seuil. Le seuil I_0 peut être calibré à une valeur constante et unique pour toutes les durées de diagnostic, et être fixé par exemple à 1 A. Chaque fois et aussi longtemps que I_p est supérieur à I_0 , le détecteur 18 applique à l'entrée E de l'unité 16 un signal non nul, tel que représenté en (d) sur la figure 2. Le signal transmis pendant t_1-t_0 correspond à un courant primaire $I_p > I_0 = 1$ A, pendant la durée de charge (t_1-t_0).

Les signaux transmis pendant t_3-t_2 et t_5-t_4 correspondent à un courant primaire $I_p > I_0$, pendant les durées de diagnostic t_3-t_2 et t_5-t_4 , qui se sont déroulées avant la fin de l'étincelle en t_8 . Par contre, aucun signal n'est donné sur l'entrée E pendant la durée de diagnostic t_7-t_6 postérieure à t_8 , car I_p est resté inférieur au seuil I_0 de 1 A pendant cette durée.

Les signaux reçus par l'entrée E de l'unité 16 au cours des durées de diagnostic telles que t_3-t_2 et t_5-t_4 sont donc des signaux de présence d'étincelle.

Le programme de diagnostic spécifique mis en oeuvre par le microprocesseur de l'unité 16 permet, à partir des signaux de présence d'étincelle délivrés par le détecteur 18, de déterminer que l'étincelle a été de qualité suffisante pendant un intervalle de temps au moins égal à t_5-t_1 , dans cet exemple, donc $T \geq t_5-t_1$, et que l'étincelle s'est très vraisemblablement éteinte avant t_7 , donc $T < t_7-t_1$.

D'une manière générale, si, pendant un intervalle de temps prédéterminé T_1 , commençant en t_1 et se terminant au plus tôt en t_3 , mais pas après t_4 , l'unité 16 ne reçoit pas de signal de présence d'étincelle du détecteur 18, elle délivre un diagnostic de défaut d'étincelle, signifiant que le circuit de la bougie 10 est vraisemblablement ouvert.

Si l'unité 16 reçoit un premier signal de présence pendant T_1 (par exemple t_3-t_2), mais pas de second signal de présence pendant un intervalle de temps prédéterminé T_2 , commençant également en t_1 et se terminant au plus tôt en t_5 (mais pas après t_6), l'unité 16 considère qu'il y a bien eu une étincelle, mais que

celle-ci n'a pas été d'une qualité convenable pendant une durée suffisante. L'unité 16 délivre alors un diagnostic d'étincelle trop courte.

Si l'unité 16 reçoit successivement deux signaux de présence d'étincelle pendant T2, dont le premier pendant T1, mais pas de troisième signal de présence pendant un troisième intervalle de temps prédéterminé T3, commençant en t1 et se terminant au plus tôt en t7, mais pas avant le début (t0) de la durée de charge suivante, l'unité 16 délivre un diagnostic d'étincelle de qualité convenable pendant une durée suffisante.

Enfin, si l'unité 16 reçoit successivement trois signaux de présence d'étincelle pendant T3, elle délivre un diagnostic d'étincelle trop longue, signifiant que la bougie 10 est vraisemblablement en court-circuit.

Pour une détection plus fine d'un éventuel court-circuit, le détecteur 18 peut, pendant la troisième durée de diagnostic t7-t6, comparer le courant mesuré Ip à un seuil de court-circuit particulier, par exemple inférieur à 1 A.

De manière générale, le détecteur 18 peut comparer l'intensité du courant mesuré, au cours de chaque durée de diagnostic, à un seuil propre à chacune des durées de diagnostic, surtout si ces dernières ne sont pas d'une même valeur.

L'unité 16 peut ainsi diagnostiquer la présence ou l'absence d'étincelle de qualité convenable, et la durée d'une telle étincelle comprise, par exemple, entre 0,4 ms et 2 ms.

La mesure de la durée d'étincelle peut être prise en compte par l'unité 16 pour ajuster la valeur I2 du courant primaire Ip pour laquelle est effectuée la coupure, afin de garantir par exemple une durée d'étincelle suffisante pour éviter les imbrûlés, une telle durée pendant moins de 0,4 ms indiquant une probabilité élevée de circuit ouvert, tandis qu'une durée d'étincelle supérieure à 2 ms indiquant une probabilité élevée de court-circuit, ces deux valeurs délimitant une plage de durée d'étincelle que l'expérience a révélé comme normale.

Sur la figure 3, les éléments du dispositif analogues à ceux de la figure 1 ont été indiqués par les mêmes références. L'amplificateur 17 comprend deux transistors bipolaires, dont un 19 de type NPN relié par sa base à la sortie S de l'unité 16 par l'intermédiaire d'une résistance 21, tandis que son émetteur est à la masse et son collecteur relié par une résistance 22 à la base de l'autre transistor 20, de type PNP, dont l'émetteur est mis à la tension de la source Vbat, et le collecteur relié par une résistance 23 à la base du transistor d'allumage 14, qui comporte, sur son collecteur relié au primaire 13, une diode Zener intégrée (et non représentée) de manière connue.

Le détecteur 18 comprend un filtre RC d'entrée 24-25, filtrant les mesures de courant primaire aux bornes du shunt 15, et les transmettant à une entrée négative d'un premier comparateur à seuil 26, recevant sur une entrée positive un seuil de tension

correspondant au seuil d'intensité Io de détection d'étincelle, et défini, à partir d'une source de tension logique Vcc (de + 5 V par exemple) par l'intermédiaire d'un pont à résistances 27, 28 et 29.

La sortie du comparateur 26 est reliée en parallèle à la source de tension + Vcc au travers de la résistance 30 et à l'entrée d'un inverseur 31. La sortie du filtre RC 24-25 est également reliée en parallèle à l'entrée positive d'un second comparateur à seuil 32 recevant sur son entrée négative un autre seuil de tension défini par le pont de résistances 27, 28 et 29 à partir de la source de tension + Vcc. Comme pour le comparateur 26, la sortie du comparateur 32 est reliée en parallèle à la source + Vcc au travers de la résistance 30 et à l'entrée de l'inverseur 31, en étant isolée de la masse par la capacité 33. L'ensemble des deux comparateurs 26 et 32 constitue un circuit OU, qui attaque l'entrée E de diagnostic de l'unité 16 par l'intermédiaire de l'inverseur 40.

Le comparateur 26 compare les mesures de courant au seuil Io, de 1 A par exemple, pour la délivrance des signaux de présence d'étincelle comme décrit ci-dessus. Le comparateur 32 compare les mesures d'intensité du courant primaire Ip à un second seuil d'intensité I1, supérieur à celui Io du comparateur 26, et par exemple égal à 4,5 A, pour fournir un signal lorsque le courant de charge Ip dans le primaire 13 dépasse ce second seuil I1, lorsque le courant Ip à couper pour obtenir une étincelle de qualité satisfaisante est I2, par exemple de 6 A, comme indiqué sur la courbe (b) de la figure 2. A partir de la durée (t'1-t0) entre le début t0 de la charge du primaire 13, fixé par l'unité 16, et l'instant t'1 de dépassement de I1, l'unité 16 peut déterminer le temps t1-t'1 nécessaire pour arriver au courant I2 et, pour l'allumage suivant, déterminer t0 de façon appropriée. L'instant du début de la charge peut ainsi être ajusté de façon optimale par l'unité 16 sans sortie supplémentaire du détecteur 18 vers l'unité de commande 16.

Dans le dispositif de la figure 3, comme dans celui de la figure 1, il est très important de noter que le shunt 15, l'unité de calcul et de commande 16 et le détecteur à seuils 18 sont communs à tous les cylindres et à toutes les bougies, et sont donc chacun monté en unique exemplaire dans le circuit, ainsi plus compact et économique.

Pour une bougie, les courbes des courants Ip et Is mesurés sur un tel dispositif sont représentées respectivement sur les figures 4 et 5, avec un décalage de l'origine des temps pour Is par rapport à Ip. Après une durée de charge du primaire d'environ 3 ms, pour laquelle Ip croît de 0 à pratiquement 6 V, on constate deux pointes de signe choisi positif de courant primaire Ip mesurées pendant les deux premières durées de diagnostic de 20 µs commençant respectivement à environ 3,2 ms et 4 ms. A ces pointes de courant Ip, correspondent des pointes de signe choisi négatif du courant secondaire Is, qui s'annule vers 5 ms, indi-

quant une durée d'étincelle légèrement inférieure à 2 ms.

Les signaux de mesure du courant primaire I_p aux bornes du shunt 15 sont également transmis de la sortie du filtre RC 24-25 en parallèle directement sur une seconde entrée E' du calculateur 16 et appliqués à un convertisseur analogique/numérique 34, lui-même relié à des moyens de comptage, mémoires, registres et comparateurs numériques 35 du calculateur 16. Le courant primaire I_p , mesuré pendant les durées de diagnostic, est utilisé comme signal analogique de diagnostic transmis à l'entrée analogique E' du microprocesseur du calculateur 16. Grâce au convertisseur 34 et aux mémoires et comparateurs numériques 35, on assure la comparaison des intensités maximum du courant primaire I_{pmax} , telles que mesurées pendant des durées de diagnostic, de même rang (par exemple toujours pendant la première durée de diagnostic) entre des durées de charge qui se succèdent, et ces valeurs I_{pmax} sont comparées les unes aux autres ainsi qu'à un seuil maximum I_{max} d'intensité de courant primaire, adapté en fonction de l'ordre de la durée de diagnostic considérée dans la suite de ces durées de diagnostic entre deux durées de charge consécutives, afin de détecter la diminution des valeurs I_{pmax} , en fonction de la durée de fonctionnement de l'installation, ce qui traduit l'usure de la bougie 10 et, plus généralement, la dégradation du circuit secondaire, comprenant cette bougie 10, le secondaire 12 ainsi qu'une résistance d'antiparasitage, en série avec la bougie 10 et/ou intégrée dans cette dernière. En effet, la dégradation de ce circuit secondaire se traduit par une augmentation progressive de la résistance équivalente de ce circuit, d'où une diminution corrélative des signaux d'intensité maximum I_{pmax} , comme cela est représenté sur la figure 6.

Cette figure 6 représente quatre courbes de I_p mesurées au cours de la première durée de diagnostic t_3 - t_2 , la courbe 36 correspondant à une bougie 10 à l'état neuf, tandis que les courbes 37, 38 et 39 correspondent à l'utilisation de la même bougie 10 après des durées d'utilisation progressivement croissantes. On constate que l'intensité maximum du courant primaire I_{pmax} diminue progressivement lorsque la durée d'utilisation de la bougie 10 augmente, de la courbe 36 à la courbe 39. La surveillance de I_{pmax} donne donc une image de la dégradation du circuit secondaire, et par comparaison avec un seuil d'intensité maximum I_{max} , par exemple de 1 A, on peut considérer que les courbes 36 et 37 correspondent à une bougie 10 dans un état acceptable, car I_{pmax} est supérieur au seuil I_{max} , alors que les courbes 38 et 39 correspondent à une bougie 10, ou, plus généralement, à un circuit secondaire trop dégradé, nécessitant par exemple le changement de la bougie.

Sur la figure 7, on a représenté les quatre courbes du courant secondaire I_s 40, 41, 42 et 43, obte-

nues au cours des étincelles pendant lesquelles on a respectivement mesuré, pendant la première durée de diagnostic, les courbes 36 à 39 de I_p qui correspondent aux pointes de signe négatif de courant I_s visibles et superposées pour les quatre courbes 40 à 43 de la figure 7. On constate que les courbes 42 et 43, correspondant à des étincelles obtenues avec une bougie 10 dans un état dégradé, reflété par les courbes 38 et 39 de la figure 6, correspondent à des étincelles de trop courte durée, alors que la durée des étincelles des courbes 40 et 41, obtenues avec une bougie 10 en bon état, tel que reflété par les courbes 36 et 37 de la figure 6, est suffisante pour obtenir une étincelle de qualité convenable pendant une durée suffisante.

Il est à noter que le procédé de diagnostic décrit ci-dessus peut être mis en oeuvre par un dispositif (voir figures 1 et 3), qui est à la fois structurellement peu modifié par rapport à celui décrit dans EP 0 559 540, et de réalisation bien plus économique que ce dernier, puisqu'il ne nécessite pas de composants à haute tension.

Revendications

1. Procédé d'allumage électronique, pour moteur à combustion interne à allumage commandé, dans chaque cylindre du moteur, par au moins une bougie (10) en série avec un secondaire (12) d'une bobine d'allumage (11) dont le primaire (13) est alimenté en courant électrique à partir d'une source (V_{bat}) par un commutateur (14) placé dans un circuit de charge du primaire (13), et lui-même commandé par une unité (16) de calcul et de commande, comprenant l'étape consistant à commander cycliquement la charge du primaire (13) pendant des durées de charge (t_1 - t_0) définies et à des instants (t_0) définis par l'unité (16) de calcul et de commande, de sorte que la coupure de la charge à la fin (t_1) de chaque durée de charge (t_1 - t_0) est destinée à provoquer une étincelle à la bougie (10), caractérisé en ce qu'il comprend de plus les étapes consistant :
 - entre deux durées de charge (t_1 - t_0) successives, à commander le passage d'un courant de mesure dans le primaire (13) pendant au moins une durée de diagnostic (t_3 - t_2) et à au moins un instant (t_2) définis par l'unité (16) de calcul et de commande,
 - à déterminer une vitesse d'accroissement de l'intensité (I_p) du courant dans le primaire (13) pendant au moins une durée de diagnostic,
 - à discriminer les vitesses d'accroissement élevées des vitesses d'accroissement faibles, et
 - à en déduire une information sur la présen-

ce et/ou la qualité d'une étincelle à la bougie (10) après la fin de la durée de charge (t1-t0) antérieure.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à discriminer les vitesses d'accroissement de l'intensité (Ip) du courant dans le primaire (13) pendant chaque durée de diagnostic (t3-t2) par comparaison avec au moins un seuil correspondant, et à délivrer un signal de présence d'étincelle en cas de dépassement du seuil correspondant. 5
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend de plus l'étape consistant à mesurer l'intensité (Ip) du courant dans le primaire (13) pendant au moins chaque durée de diagnostic (t3-t2), et à discriminer les vitesses d'accroissement en comparant l'intensité maximum mesurée pendant la durée de diagnostic correspondante à un seuil d'intensité (Io) correspondant, pour délivrer un signal de présence d'étincelle si l'intensité maximum mesurée est supérieure au seuil d'intensité (Io). 10 15
4. Procédé selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce qu'il consiste de plus à commander au moins deux durées de diagnostic successives (t3-t2, t5-t4) entre deux durées de charge (t1-t0) successives, et à en déduire, d'une part, la présence d'une étincelle si au moins un signal de présence (t3-t'2) est délivré dans un premier intervalle de temps (T1) prédéterminé, suivant la fin (t1) de la durée de charge antérieure, et se terminant au plus tôt en même temps (t3) que la première durée de diagnostic (t3-t2), et, d'autre part, une durée minimale d'une étincelle de qualité suffisante en fonction du nombre de signaux de présence délivrés. 20 25 30 35 40
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il consiste de plus à déduire que l'étincelle est trop courte si un second signal de présence (t5-t'4) n'est pas délivré dans un second intervalle de temps prédéterminé (T2), supérieur au premier intervalle de temps (T1), suivant également la fin (t1) de la durée de charge antérieure, et se terminant au plus tôt en même temps (t5) que la seconde durée du diagnostic (t5-t4). 45 50
6. Procédé selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisé en ce qu'il consiste à commander également une troisième durée de diagnostic (t7-t6) entre deux durées de charge (t1-t0) successives, et à en déduire que la bougie (10) est en court-circuit si un troisième signal de présence est délivré avant la fin d'un troisième intervalle de temps (T3) prédéterminé, suivant également la 55

fin (t1) de la durée de charge antérieure, supérieur au premier (T1) et, le cas échéant, au second intervalle de temps (T2) prédéterminé, et se terminant au plus tôt en même temps (t7) que la troisième durée de diagnostic (t7-t6).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il consiste de plus à mesurer l'intensité maximum du courant (Ip) dans le primaire (13) pendant au moins une durée de diagnostic (t3-t2) de même rang après des durées de charge (t1-t0) successives, à comparer les mesures entre elles et/ou à au moins un seuil d'intensité maximum (Imax), et à en déduire au moins un signal témoignant de la dégradation du circuit secondaire comportant la bougie (10) et le secondaire (12) de la bobine (11). 10
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il consiste à calibrer les durées de diagnostic (t3-t2, t5-t4, t7-t6) sur une valeur constante et les seuils (Io) correspondants d'intensité de courant (Ip) sur une valeur également constante. 15 20 25
9. Dispositif d'allumage électronique, pour moteur à combustion interne à allumage commandé, dans chaque cylindre du moteur, par au moins une bougie (10) en série avec un secondaire (12) d'une bobine d'allumage (11), dont le primaire (13) est alimenté en courant électrique à partir d'une source (Vbat) par un commutateur (14) placé dans un circuit de charge du primaire (13), et lui-même commandé par une unité de calcul et de commande (16), des moyens (15) de mesure du courant (Ip) dans le primaire (13) étant montés en série dans le circuit de charge, entre le commutateur (14) et la masse, et reliés à des moyens de détection (18), eux-mêmes reliés à l'unité de calcul et de commande (16), caractérisé en ce que : 30 35 40 45 50 55
 - l'unité de calcul et de commande (16) comprend des moyens générateurs d'un signal de commande du commutateur (14) pour le passage du courant (Ip) dans le primaire (13) pendant au moins une durée de diagnostic (t3-t2) et à au moins un instant (t2), définis par ladite unité (16), entre deux durées de charge (t1-t0) successives du primaire (13), et
 - les moyens de détection (18) comprennent des moyens (26) discriminant les vitesses d'accroissement de l'intensité du courant (Ip) dans le primaire (13) et délivrant un signal à ladite unité de calcul et de commande (16) lorsque l'intensité mesurée du courant (Ip) dans le primaire (13) est supérieure à un seuil (Io), au moins pendant les durées de diagnostic.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le commutateur (14) est commandé, depuis une sortie de commande (S) de l'unité (16) de calcul et de commande, par l'intermédiaire d'un amplificateur d'interface (17), les moyens de mesure du courant (I_p) dans le primaire (13) comprennent un shunt (15) en série avec le commutateur (14), entre ce dernier et la masse, et les moyens de détection (18) comprennent au moins un premier (26) et un second comparateur (32), recevant chacun le signal du shunt (15) sur une entrée et le comparant respectivement à un premier (I_o) et à un second seuil d'intensité (I1), reçu sur une autre entrée du comparateur (26, 32) correspondant, la sortie de chaque comparateur étant reliée à une entrée (E) de diagnostic de l'unité (16) de calcul et de commande, le second seuil d'intensité (I1) étant supérieur au premier (I_o), mais inférieur au courant (I2) nécessaire pour créer une tension d'allumage par coupure du primaire (13), pour le calcul par ladite unité (16) des durées de charge (t_1 - t_0) du primaire (13).
11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'unité de calcul et de commande (16) comprend une seconde entrée de diagnostic (t_1), reliée au shunt (15), et transmettant la mesure de l'intensité du courant (I_p) à un convertisseur analogique/numérique (34), lui-même relié à des moyens (35) de mémorisation et de comparaison des valeurs maximum d'intensité (I_p), mesurées pendant les durées de diagnostic (t_3 - t_2 , t_5 - t_4 , t_7 - t_6), entre elles et/ou à un seuil d'intensité maximum (I_{max}), et des moyens délivrant un signal de dégradation du circuit secondaire comportant la bougie (10) et le secondaire (12) en cas d'intensité (I_p) maximum mesurée inférieure audit seuil (I_{max}).
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que lesdits moyens (15) de mesure du courant (I_p) dans le primaire (13), ladite unité de calcul et de commande (16), lesdits moyens de détection (18) et, éventuellement, ledit amplificateur d'interface (17), sont communs à toutes les bougies (10) de tous les cylindres.

50

55

FIG.1.

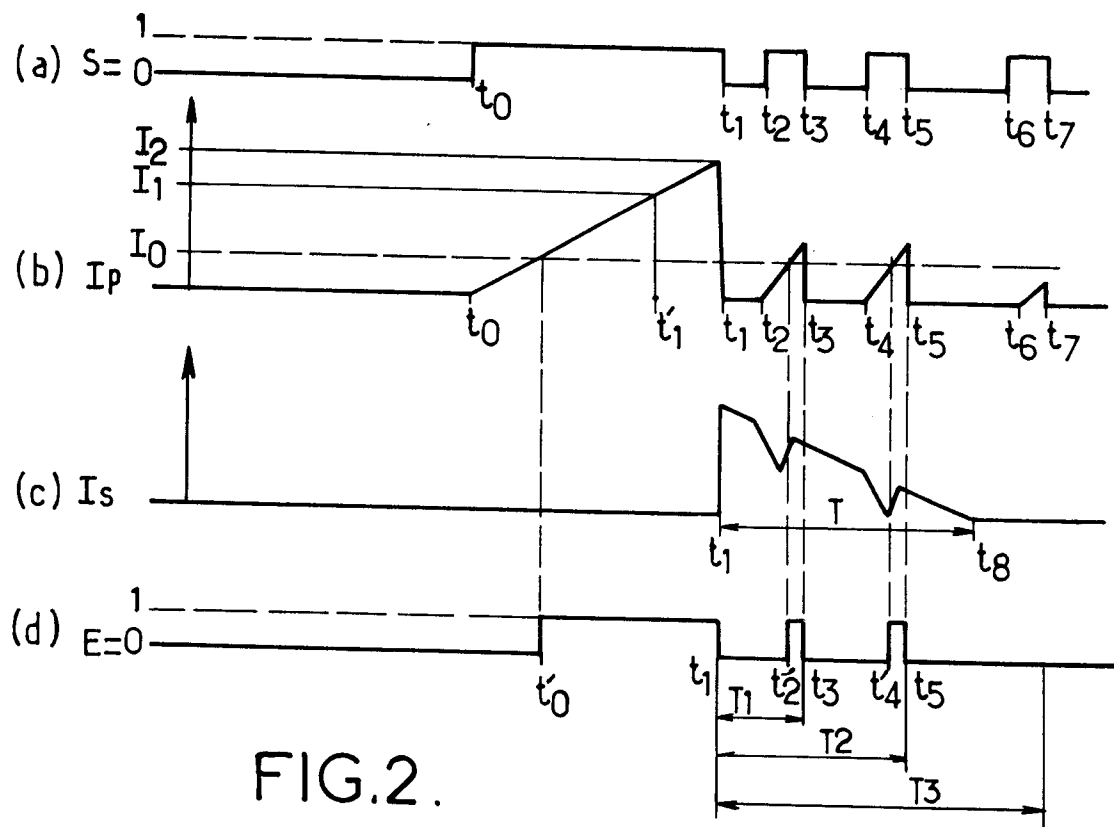
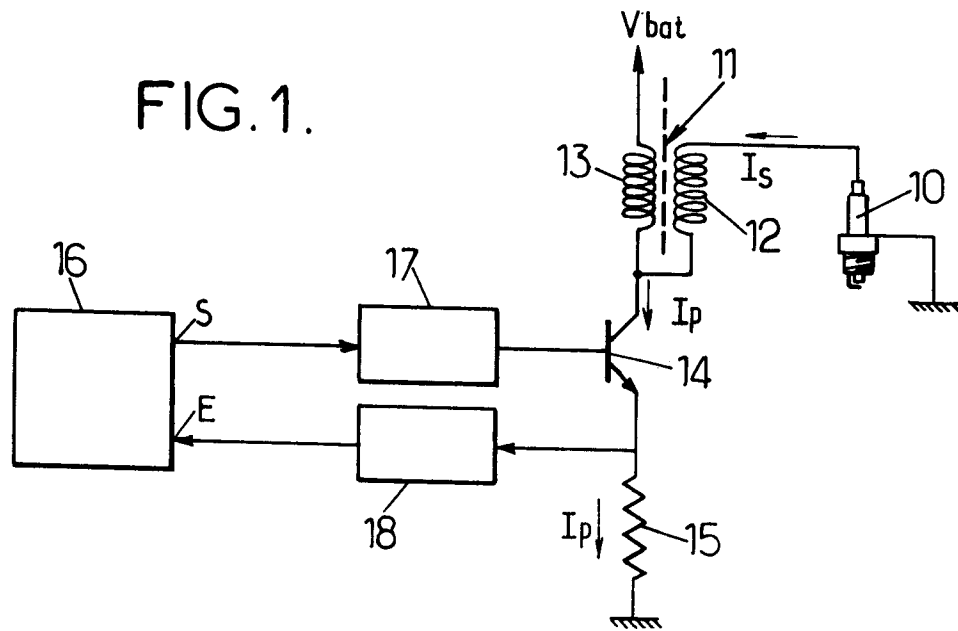


FIG.2.

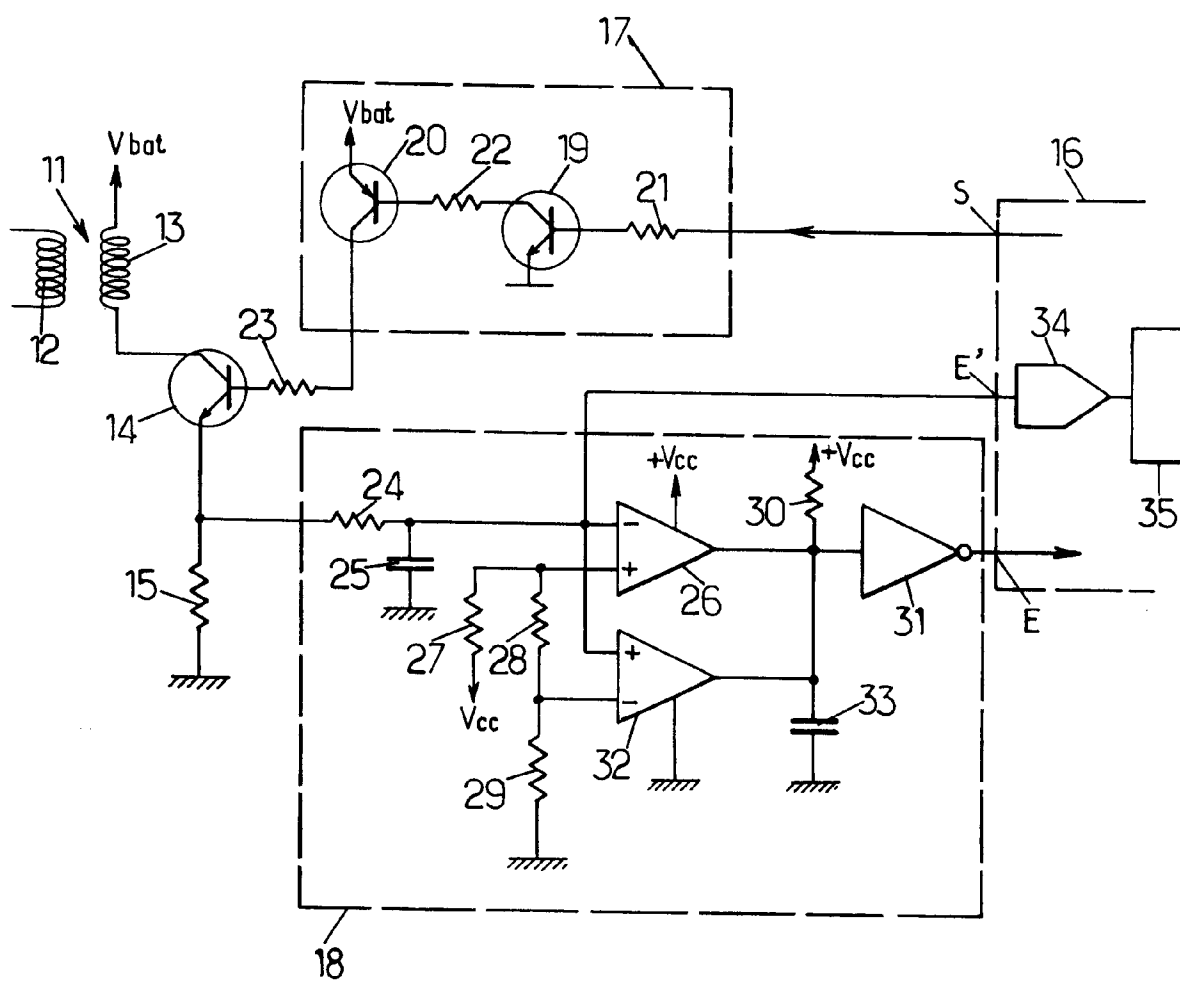


FIG. 3.

FIG.4.

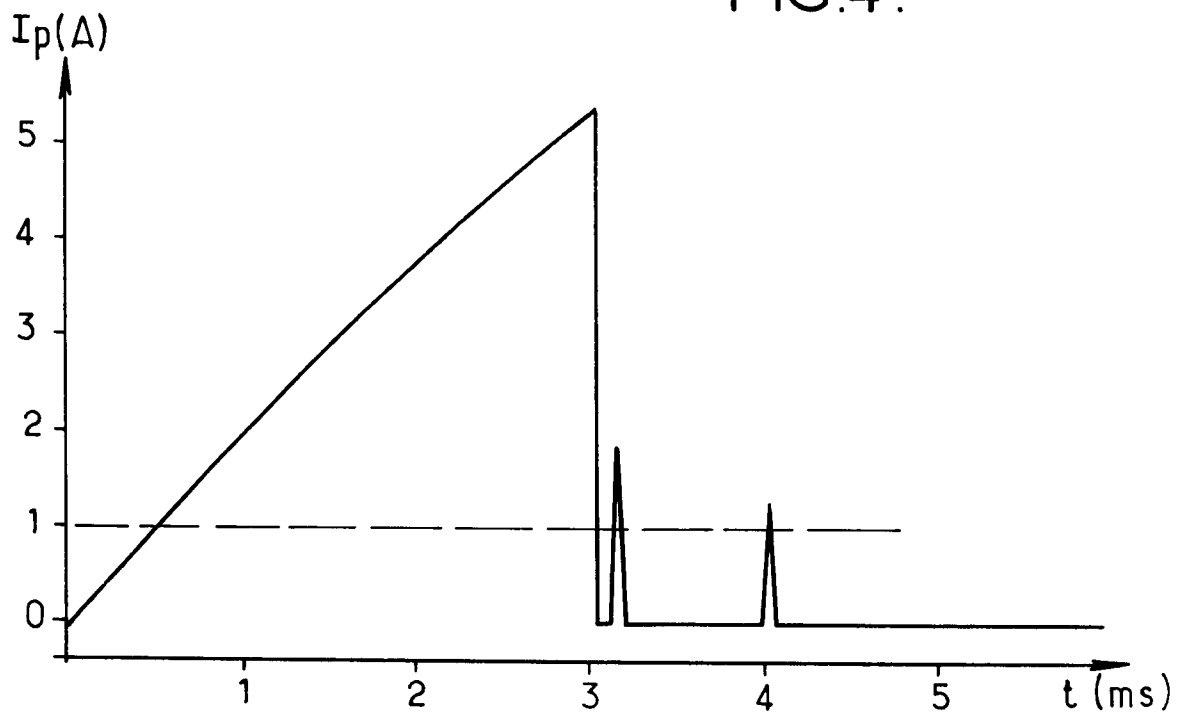


FIG.5

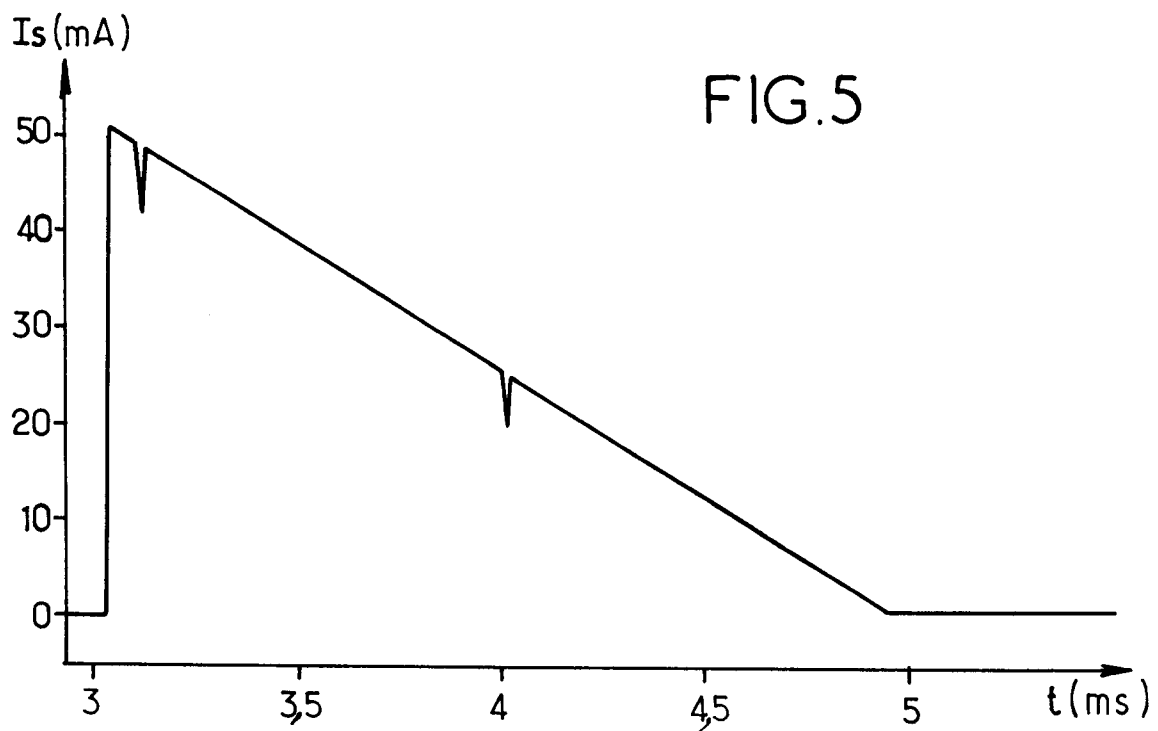


FIG. 6.

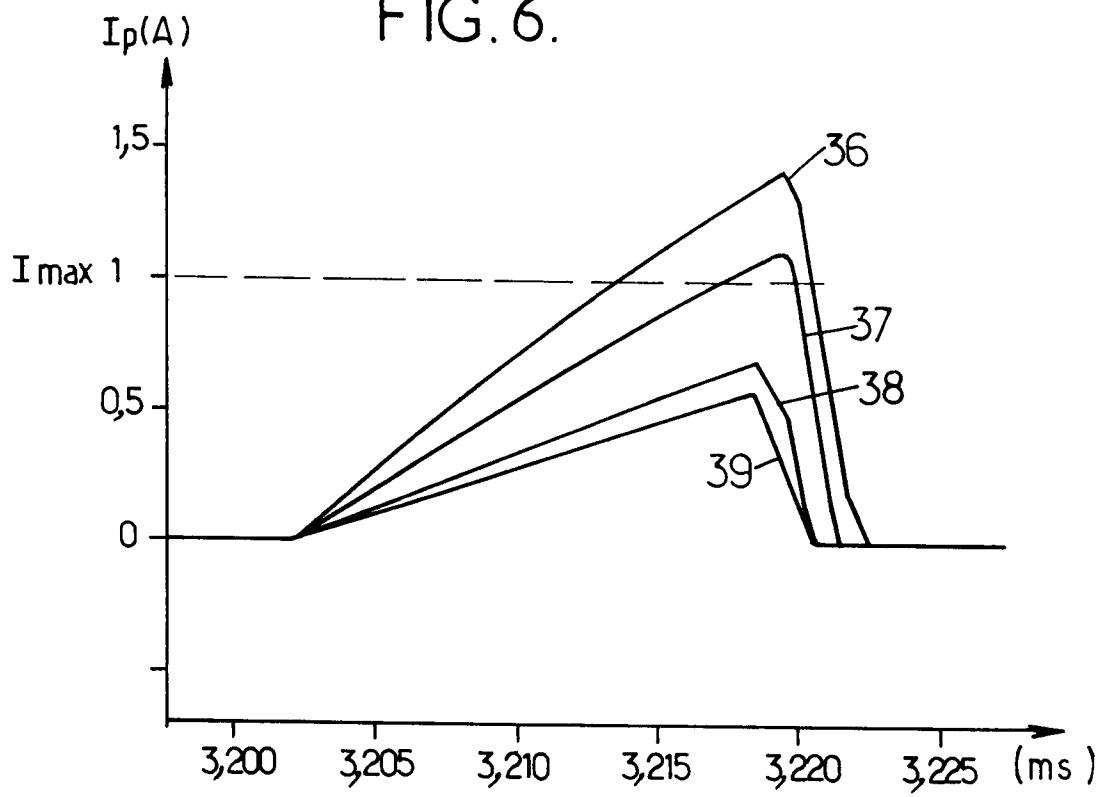
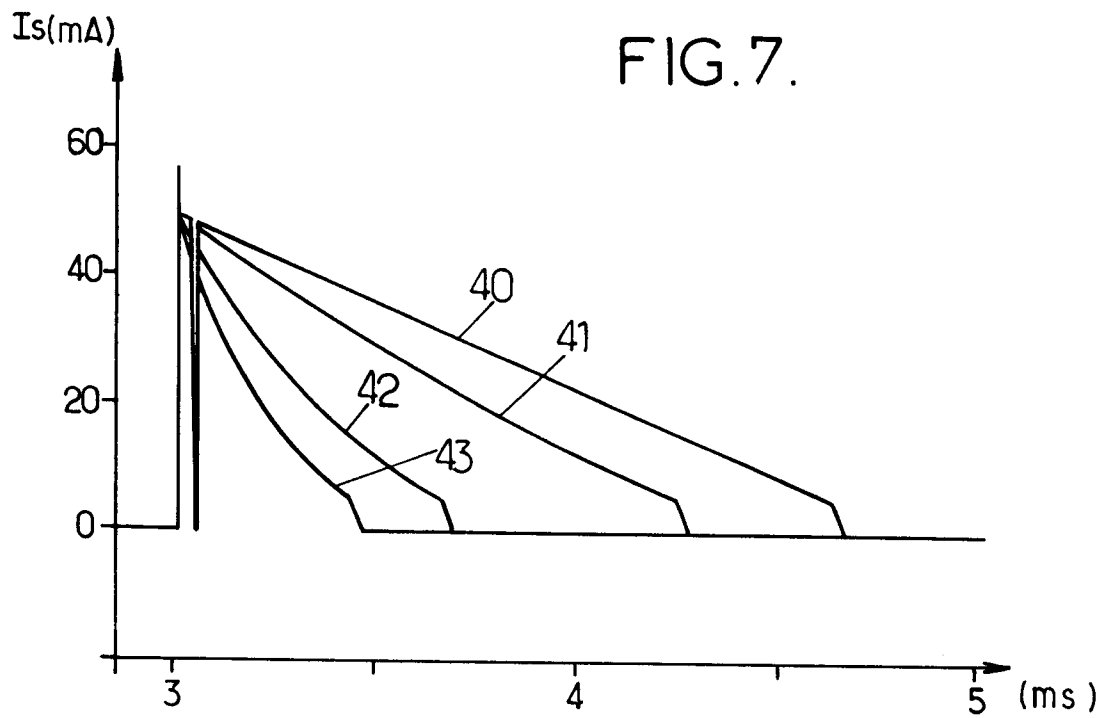


FIG. 7.





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 2617

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	US-A-5 174 267 (DEBIASI)	1-3,9	F02P17/12
Y	* colonne 3, ligne 46 - colonne 5, ligne 44; figures *	7,12	
A	---	10	
Y	EP-A-0 142 817 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT)	7	
A	* abrégé; figures *	11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	---	1-3,9	
Y	EP-A-0 389 775 (ROBERT BOSCH GMBH)	12	
A	WO-A-92 20912 (SIEMENS AUTOMOTIVE S.A.)	1-3,9,12	
D,A	EP-A-0 559 540 (MARELLI AUTRONICA)	1,9,10,12	F02P
	* abrégé; figures 1,2 *		
	* colonne 2, ligne 26 - ligne 30 *		
A	WO-A-92 21876 (CATERPILLAR INC.)	3-6,12	
	* page 3, ligne 21 - page 4, ligne 26 *		
A	---	1,7,9,11,12	
	DE-A-27 52 244 (BAUM-ELEKTROPHYSIK GMBH)		
	* revendications 1,2,4,5,10 *		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		20 Février 1995	Michels, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C6)